

Окончание табл.

Тип ножей	Тип изделий	Кол-во продукции высшего сорта, %	Средняя стойкость ножей до восстановления, м. пог.	Срок службы ножей, м. пог.	Кол-во переточек
	2	69	4 837	72 555	15

#### *Выводы*

Из приведенных данных видно, что предлагаемый способ обеспечивает более высокое качество обработки поверхности при одновременном увеличении периода стойкости ножей. Кроме того, поскольку трудоемкость переточки фасонных ножей выше чем прямых, общие трудозатраты на восстановление инструмента при использовании заявляемого способа существенно ниже.

Таким образом, получение радиусных поверхностей прямыми ножами позволяет не только снизить трудозатраты на фрезерование, но, как и при использовании упрочняющих технологий, повысить период стойкости дереворежущего инструмента. Данный факт был отражен в заявке на патент [6].

#### **Библиографический список**

1. Кузнецов И.И. Способ обработки детали: пат. 2351441 Рос. Федерация; Оpubл. 10.04.2009. Бюлл. 10.
2. Кряжев Н.А. Фрезерование древесины. М.: Лесная промышленность. 1979. 200 с.
3. Обработка резанием. Термины, определения и обозначения общих понятий: ГОСТ 25762-83. Введ. 01.07.84. М.: Госстандарт, 1983. 45 с.
4. Новая конструкция энергоэффективного фрезерного инструмента с изменяемыми углами передним и наклона кромки для обработки древесных материалов / А.А. Гришкевич, В.В. Раповец, В.Н. Гаранин, А.Ф. Аникеев // Вестник БарГУ. Барановичи. 2015. Вып. 3.
5. Исследование затупления двухлезвийного режущего инструмента фрезерно-брусующих станков и его влияние на касательную силу резания / С.А. Гриневич, В.В. Раповец, Г.В. Алифировец // Труды БГТУ. 2015. Сер II (175): Лесная и деревооб- раб. пром-сть. С. 258–262.
6. Способ изготовления профильных деталей из древесины и древесных материа- лов с использованием плоских ножей: заявка № а20170511 от 28.12.2017г. / А.В. Белый, А.А. Гришкевич, В.Н. Гаранин, С.Ф. Сенько.

**УДК 674.05:631.06**

**А.А. Гришкевич, В.Т. Швед, А.Ю. Юдицкий**  
(А.А. Grishkevich, V.T. SHved, A.YU. YUdickij)  
(БГТУ, г. Минск, РБ)

E-mail для связи с авторами: dosy@mail.ru

#### **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ**

#### **THE IMPACT OF TECHNOLOGICAL REGIMES ON THE EFFICIENCY OF THE PROCESS OF GRINDING WOOD**

*В настоящей работе представлены результаты исследований влияния режимов резания (скоростей резания и подачи, припуска на обработку) на полную и полезную*

мощность. Установлено, какие из режимов не рекомендуется использовать при шлифовании ввиду того, что на поверхности обработанного материала появлялись прижоги в виде темно-коричневых и черных пятен, что свидетельствует об уменьшении производительности инструмента до критической величины и полной потере его режущей способности.

*В статье рассматривается вариант возможного увеличения периода стойкости шлифовальной ленты, и, как следствие, производительности процесса. Предложено устройство по удалению продуктов резания из пространства между зернами шлифовальной ленты.*

*In the real work results of researches of influence of the modes of cutting (speeds of cutting and giving, an allowance for processing) on full and useful power are presented. It is established what of the modes aren't recommended to be used when grinding in view of the fact that on the surface of the processed material there were przhog in the form of dark brown and black spots that demonstrates reduction of productivity of the tool up to the critical size and full loss of his cutting ability.*

*In article the option of possible increase in the period of firmness of a sanding belt, and, as a result, process productivities is considered. The device on removal of products of cutting from space between grains of a sanding belt is offered.*

В повышении производительности и эффективности использования деревообрабатывающего оборудования важное значение имеет качество подготовки дереворежущего инструмента к работе, в том числе и шлифовального.

При работе на деревообрабатывающем оборудовании при шлифовании древесины и древесных материалов приходится сталкиваться с проблемой потери режущей способности дереворежущего инструмента в результате заполнения пространства между зернами продуктами резания, что в значительной мере влияет на производительность процесса, увеличение энергопотребления и ухудшение качества обработанной поверхности.

В силу ряда особенностей (непостоянного большого количества участвующих в резании зерен-резцов, неупорядоченности геометрии зерен-резцов и срезаемых ими слоев) шлифование следует рассматривать как специфический процесс резания, к описанию которого не могут быть непосредственно применены закономерности обычного лезвийного резания [1]. Дальнейшее изучение факторов, влияющих на выходные (оценочные) показатели процесса шлифования (силы резания, мощность, качество обработанной поверхности), в основном связано с экспериментальными исследованиями. Актуальной остается и задача увеличения периода стойкости шлифовального инструмента (шлифовальной шкурки), следствием решения которой является увеличение производительности процесса и ресурсосбережения. Это возможно за счёт очистки шлифовальной ленты в процессе её работы, что улучшит её режущие характеристики, а следовательно, увеличит срок её эксплуатации.

Однако использование для очистки ленты воздушных сопел, применяемых в базовой комплектации станка, не обеспечивает достаточной очистки, так как мощность их не велика, а удаление остатков продуктов резания требует больших усилий для отделения их от основы [2].

Количество активных, то есть взаимодействующих с обрабатываемой поверхностью зерен зависит от зернистости инструмента, степени округления абразивных зерен, площади контакта с обрабатываемым материалом [3].

Известны ранее проводимые экспериментальные исследования по изучению влияния касательной составляющей силы резания при шлифовании древесины и дре-

весных материалов на мощность резания – путем статического нагружение материала шлифовальной шкуркой (рис. 1) [4].

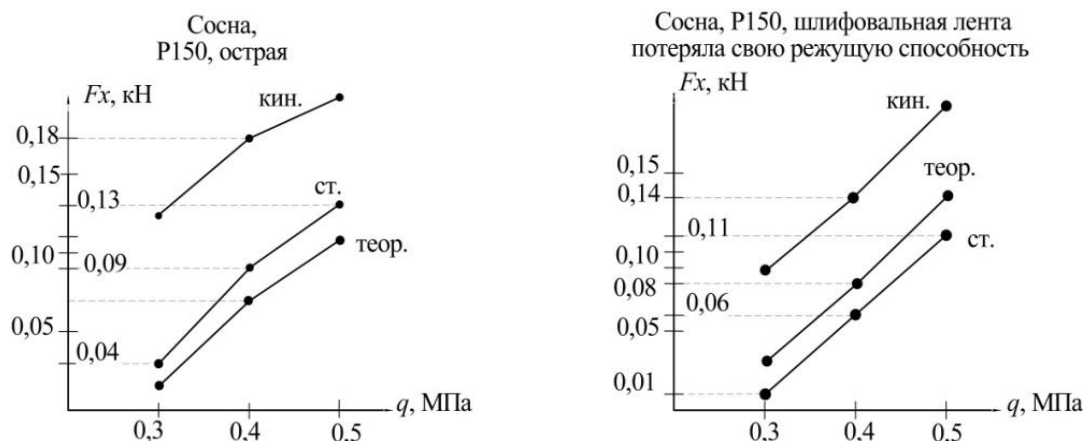


Рис. 1. Зависимость влияния зернистости шлифовальной шкурки и удельного давления на касательную составляющую силы резания при шлифовании древесины сосны

Исходя из данных, полученных в результате эксперимента, сделан вывод, что при увеличении давления касательная составляющая силы увеличивается.

Это связано в первую очередь с увеличением силы трения при взаимодействии древесины с зернами шлифовальной ленты, а также с заполнением пространства между зернами остатками продуктов резания, которые в результате взаимодействия с обрабатываемым материалом приводят к увеличению сил трения, повышая тем самым мощность резания.

Следует отметить, что эксперимент проведен в *статическом* режиме шлифования с целью определения (выделения) как можно точнее силы резания, приходящейся на деформацию обрабатываемого материала.

Учитывая ранее полученные данные в работе [4], авторами были проведены экспериментальные исследования по изучению режимов шлифования древесины сосны в реальном *динамическом* режиме на мощность резания и производительность инструмента. Определены возможные пути увеличения периода стойкости шлифовальной шкурки.

Для проведения эксперимента использовалась фрезерно-шлифовальная машина Buldog FRC 910, предназначенная для шлифования натуральной древесины, древесно-пластиковых композитов, плитных материалов (ДСП, ДВП, МДФ, фанеры и др.) а также некоторых видов пластика. В эксперименте использовался калибровально-шлифовальный узел машины (рис. 2).

Поверхность вала 1 обрешинена, и на ней расположены спиральные пазы. Регулирование вала по высоте (положения 1 и 2 на корпусе узла поз. 2) на необходимую величину припуска, равного 0,2 и 0,3 мм, удаляемого за один технологический цикл, осуществляется при помощи установленного эксцентрика, который управляется с сенсорной панели. Опора узла – поз. 3. Замена шлифовальной ленты 4 производится с помощью рычага 5, который регулирует положение верхнего направляющего вала.

В движение калибровальный узел приводится при помощи электродвигателя переменного тока мощностью 11 кВт и поликлиноремной передачи.

Шлифовальный калибровальный узел оснащен механизмом осцилляции. Осцилляция шлифовальной ленты 4 управляется оптоэлектронным способом, контролирующей датчик работает с тремя инфракрасными лучами: средний осуществляет

управление осцилляцией, крайние (правый и левый) выполняют функцию концевых выключателей. Частота осцилляции колеблется от 30 до 60 импульсов в минуту.

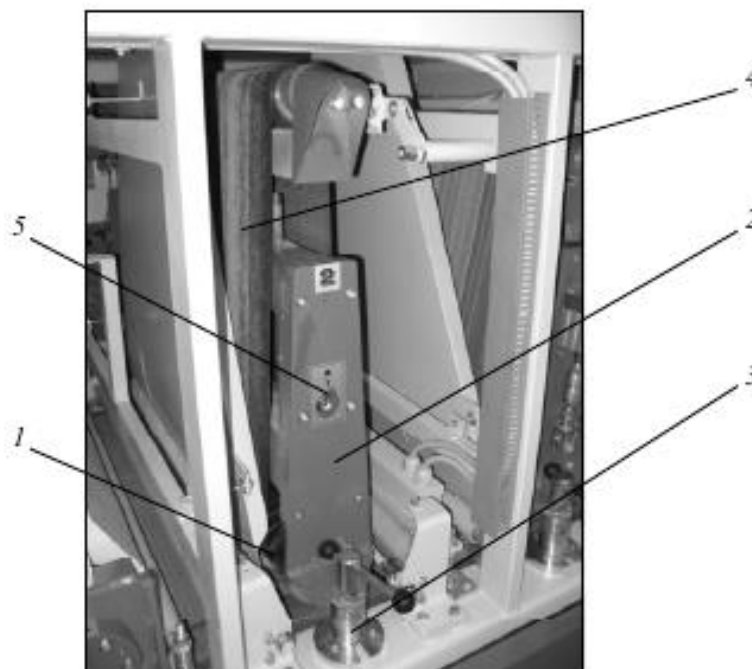


Рис. 2. Калибровально-шлифовальный узел

В то время как заготовка обрабатывается калибровально-шлифовальным узлом от установленного на электродвигателе датчика идёт сигнал на персональный компьютер, и при помощи программного обеспечения происходит измерение потребляемой мощности.

Режимы для проведения эксперимента: скорости резания и подачи, номер зернистости шлифовальной ленты, параметры заготовки были выбраны исходя из того, какие наиболее используются на деревообрабатывающих предприятиях.

При проведении эксперимента измерялась потребляемая мощность при шлифовании материала определенной длины погонных метров, то есть не новым инструментом, а постепенно теряющей свою режущую способность лентой.

*При изменении технологических режимов (скорости подачи  $V_s$ , припуска  $H$ ) шлифовальная лента не менялась.* Результаты второго этапа эксперимента представлены в виде таблицы.

Анализ графика зависимости полезной мощности  $P_{пол}$ , кВт, от длины обрабатываемого материала м. пог. по результатам эксперимента (рис. 3), где обработка на всех режимах производилась лентой, постепенно теряющей свою режущую способность, показывает, что при скорости подачи  $V_s = 8$  м/мин и припуске на обработку  $H = 0,2$  мм начинается обугливание материала (прижоги). Когда скорость подачи равна  $V_s = 8$  м/мин и припуск на обработку  $H = 0,3$  мм, полезная мощность стремительно возрастает от  $P_{пол} = 11,12$  кВт до  $P_{пол} = 13,20$  кВт с увеличением длины обрабатываемого материала.

Из полученных результатов следует, что сила трения между продуктами резания и поверхностью шлифуемого материала, возникающая в результате недопустимой величины заполнения пространства между зернами, оказывает существенное влияние на увеличение полезной мощности.

Результаты второго этапа эксперимента

Зернистость	P150					
$V$ , м/с	18	18	18	18	18	18
$V_s$ , м/мин	4	4	6	6	8	8
Порода	Сосна					
Припуск $h$ , мм	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
Размеры						
Ширина $b$ , мм	150	150	150	150	150	150
Длина $l$ , мм	1 000					
Мощность холостого хода $P_{хол}$ , кВт	0,93	0,86	0,90	0,88	0,85	0,92
	0,92	0,88	0,89	0,85	0,83	0,83
	0,9	0,85	0,86	0,9	0,9	0,85
	0,91	0,86	0,86	0,88	0,83	0,87
	0,91	0,88	0,87	0,9	0,75	0,81
Потребляемая мощность, $P_{рез}$ , кВт	2,45	4,9	5,24	5,91	9,56	10,02
	2,75	5,64	5,54	6,36	9,74	10,3
	2,88	6,1	5,83	6,97	10,56	11,12
	2,98	6,41	6,05	7,57	10,63	12,32
	3,1	6,97	6,48	7,92	11,11	13,56
Полезная мощность, $P_{пол}$ , кВт	1,52	4,04	6,34	8,03	10,25	11,12
	1,83	4,76	6,65	8,51	10,34	11,47
	1,98	5,25	6,97	9,07	10,66	12,27
	2,07	5,55	7,19	9,69	10,8	12,45
	2,19	6,09	7,61	10,02	10,96	13,2
Примечания	—	—	—	—	Прижоги	Прижоги

Предлагается механизм очистки шлифовальной ленты от остатков продуктов резания, который превосходит предыдущие конструкции по качеству удаления и эффективности. Суть его заключается в удалении продуктов резания с поверхности шлифовальной ленты во время её работы путем механического воздействия (ударами) на неё с рабочей стороны (рис. 4).

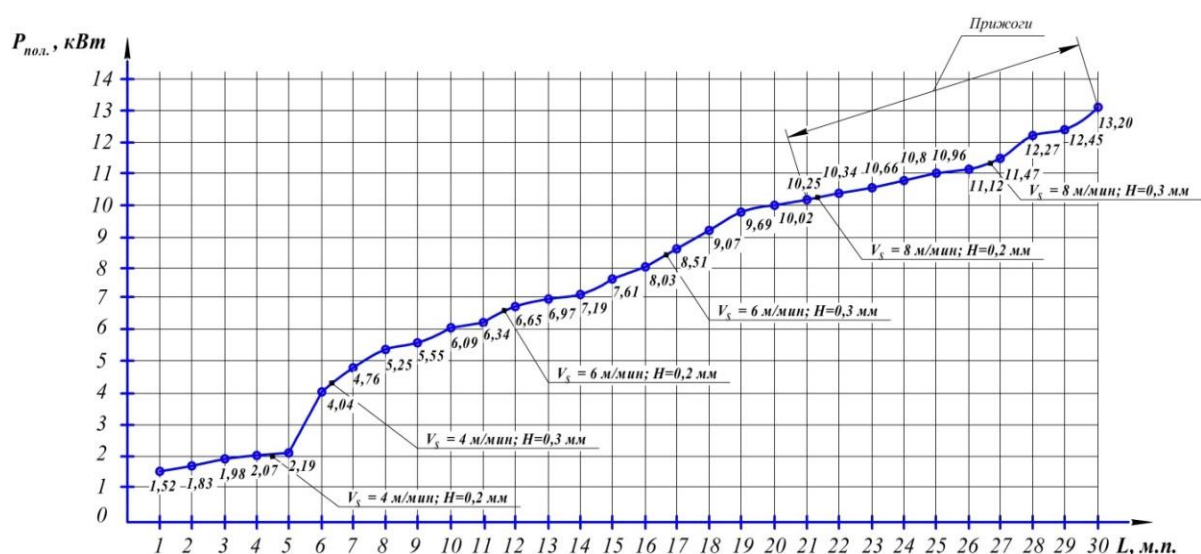


Рис. 3. График зависимости полезной мощности  $P_{пол}$ , кВт от длины обрабатываемого материала м. п. по результатам второго этапа эксперимента

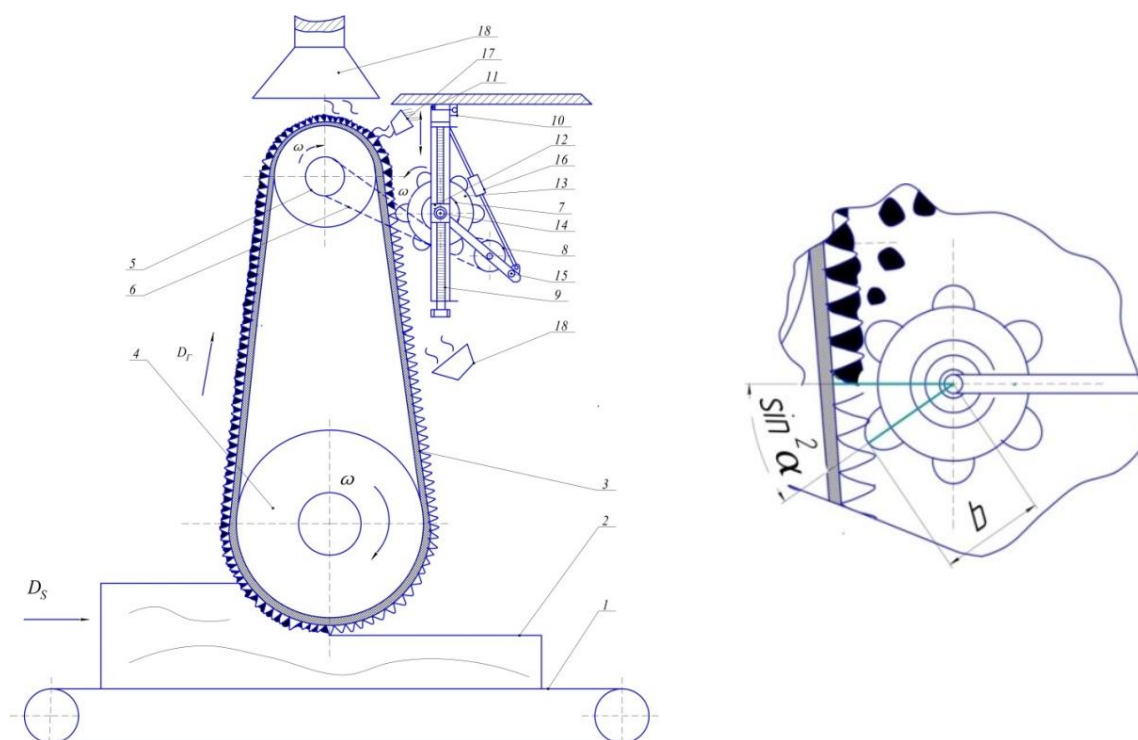


Рис. 4. Процесс очистки шлифовальной ленты:

- 1 – подающий конвейер; 2 – заготовка; 3 – шлифовальная лента; 4 – приводной барабан;  
 5 – ведущий шкив механизма; 6 – ремень; 7 – натяжной шкив; 8 – ведомый шкив;  
 9 – винтовая передача; 10 – поворотный механизм;  
 11 – отверстия фиксации устройства в рабочем положении; 12 – ползун; 13 – барабан;  
 14 – рукоятка для отвода устройства; 15 – рукоятка для натяжения ремня;  
 16 – винтовая передача; 17 – воздушное сопло; 18 – приемник для удаления продуктов резания

#### Выводы

1. Эффективность процесса шлифования зависит от состояния шлифовальной ленты, величины заполнения пространства между зернами продуктами резания.
2. Увеличение скорости подачи до 8 м/мин изменяет мощность на резание при припуске  $H = 0,2$  мм с  $P_{пол} = 6,85$  до  $P_{пол} = 8,96$  кВт при припуске  $H = 0,3$  мм, т. е. полезная мощность увеличилась на 30,8 %.
3. Очистка ленты улучшит качество обработанной поверхности (отсутствие прижогов) и уменьшит энергопотребление.
4. Использование предлагаемого способа очистки будет способствовать:
  - а) быстрой очистке шлифовальной ленты во время ее работы, что не уменьшит производительность процесса шлифования;
  - б) увеличению периода стойкости инструмента.

#### Библиографический список

1. В.Н. Любченко. Резание древесины и древесных материалов: учеб. пособие [для вузов]. М.: Лесн. промышленность, 1986. 296 с.
2. Гришкевич А.А., Костюк О.И. Методика и результаты исследований по удалению продуктов резания с поверхности шлифовальной шкурки // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: труды X Междунаро. евразийск. симпозиума. Екатеринбург, 2015. С. 156–162.

3. Бершадский А.Л., Цветкова Н.И. Резание древесины: учеб. пособие [для студентов ВТУЗОВ по специальности «Машины и механизмы лесной и деревообрабатывающей промышленности»]. Минск: Вышэйшая школа. № 75. 304 с.

4. Костюк О.И. Результаты экспериментальных исследований по определению касательной составляющей силы резания при шлифовании древесины // Труды БГТУ. Минск: БГТУ, 2016. № 2 (184). С. 281–284.

УДК 674.914:674.338

**И.К. Клепацкий, В.В. Раповец**

(I.K. Klepackij, V.V. Rapovets)

(БГТУ, г. Минск, РБ)

E-mail для связи с авторами: dosy@bstu.unibel.by

### **ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ НОЖЕЙ ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩИХ СТАНКОВ**

### **INCREASE OF WEAR RESISTANCE OF KNIVES OF CHIPPER-CUTTER MACHINE TOOLS**

*В статье рассмотрена технология фрезерования малоножевыми торцово-коническими фрезами, её специфика и проблематика [1–8].*

*Проведён анализ известных на данный момент технологий упрочнения поверхности дереворежущих ножей из легированной стали. Изучены изменения, происходящие в структуре металла. Учитывая технические возможности реализации проведения экспериментальных исследований в лабораториях республики, предложены несколько вариантов технологий по улучшению показателей стойкости дереворежущего инструмента, применяемого на малоножевых фрезах фрезерно-брусующих станков отечественных деревообрабатывающих предприятий.*

*Changing the working conditions of the tool in each particular case leads to a change in the characteristics of the cutting process. To optimize high-speed processes it is necessary to model and develop methods for constructing the main dependencies of the technical and economic characteristics of such processes [1–8].*

*The article deals with the technology of milling with small knife end-conical mills, its specialty and problems.*

*The analysis of currently known technologies for hardening the surface of wood-cutting knives from alloy steel is carried out. The changes occurring in the structure of the metal are studied. Taking into account the technical possibilities of carrying out experimental research in the laboratories of the republic, several variants of technologies for improving the indices of the durability of the woodcutting tool used on small knife milling cutters of milling and baling machines of domestic de-processing enterprises are proposed.*

Постоянно возрастающие требования в области энергосбережения, реализации новых ресурсосберегающих технологий и материалов, высокоэнергетических технологий обработки материалов и методологии рационального природопользования представляют собой первостепенную задачу для лесной и деревообрабатывающей промышленности многих стран. Сюда включаются увеличение объемов выпускаемой пилопродукции и технологической щепы, производства плитных материалов (ДСтП, ДВП, МДФ и др.).